

Allgemeine Hinweise: Aufgaben 18 und 19 sind als Hausaufgabe zu bearbeiten und in den dafür vorgesehenen Kästen im 5. Stock, Geb. 46 abzugeben.

Aufgabe 18. Phononengas

Betrachten Sie erneut das Phononengas aus Aufgabe 17. Zeigen Sie, dass für niedrige Temperaturen gilt

$$E = E_0(V) + C_1 T^4 \quad (\text{Debye'sches Gesetz}), \quad (1)$$

d.h. $C_V \sim T^3$, sowie für hohe Temperaturen

$$E = E_0(V) + 3Nk_B T \quad (\text{Dulong Petit'sche Regel}), \quad (2)$$

d.h. $C_V \sim 3Nk_B$.

Hinweis: Benutzen Sie die formale Analogie zum Photonengas.

Aufgabe 19. Joule-Thomson-Effekt

Gegeben sei ein van-der-Waals Gas mit der thermischen Zustandsgleichung

$$\left(p + \frac{a}{v^2} \right) (v - b) = k_B T. \quad (3)$$

Berechnen Sie den Joule-Thomson-Koeffizienten $\alpha = \left(\frac{\partial T}{\partial p} \right)_H$.

Die Gleichung

$$\alpha = \frac{1}{T} \quad (4)$$

definiert die sog. Inversionskurve $p = p(v)$. Ab welcher Temperatur T_{inv} ist der Joule-Thomson-Koeffizient stets negativ?